

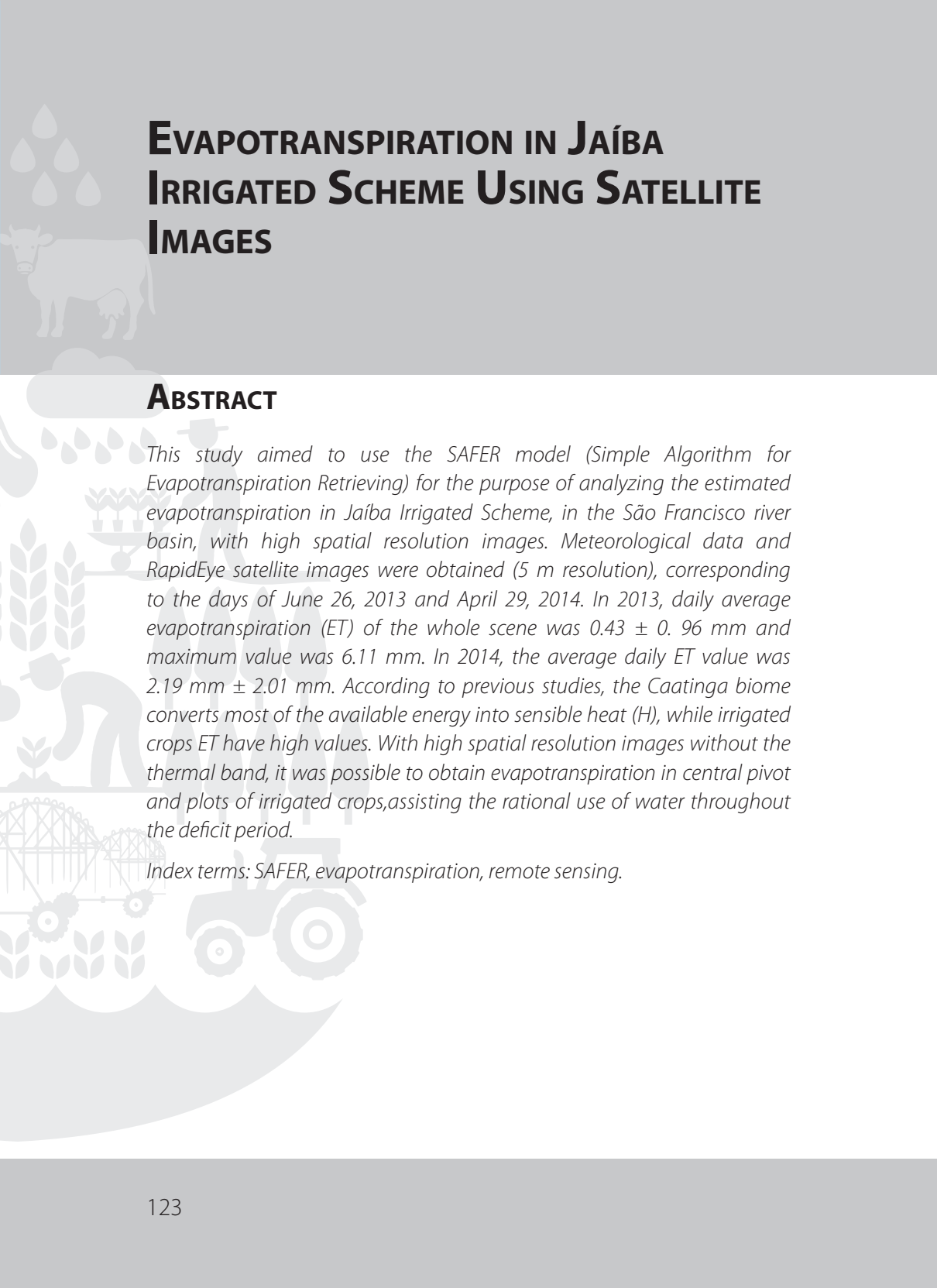
# EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE JAÍBA UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE

**JANICE F. LEIVAS; ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA;  
GUSTAVO BAYMA SIQUEIRA DA SILVA**

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi aplicar o modelo Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving (SAFER) com a finalidade de analisar a evapotranspiração estimada na área do Perímetro Irrigado de Jaíba, na Baía do São Francisco, com imagens de alta resolução espacial. Foram obtidos dados meteorológicos e imagens do satélite RapidEye (resolução de 5 m), referente aos dias 26 de junho de 2013 e 29 de abril de 2014. A evapotranspiração (ET) média diária de toda a área de 2013 foi  $0,43 \text{ mm} \pm 0,96 \text{ mm}$  e valor máximo de 6,11 mm. Em 2014, o valor de ET médio diário foi de  $2,19 \pm 2,01 \text{ mm}$ . Conforme estudos anteriores, a Caatinga converte a maior parte da energia disponível em calor sensível (H), enquanto as culturas irrigadas apresentam altos valores de ET. Com imagens de alta resolução espacial, sem a banda termal, foi possível obter a evapotranspiração em nível de pivô central e talhões de culturas irrigadas, auxiliando o uso racional da água em tempos de deficiência hídrica.

Termos para indexação: SAFER, evapotranspiração, sensoriamento remoto.



# EVAPOTRANSPIRATION IN JAÍBA IRRIGATED SCHEME USING SATELLITE IMAGES

## ABSTRACT

*This study aimed to use the SAFER model (Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving) for the purpose of analyzing the estimated evapotranspiration in Jaíba Irrigated Scheme, in the São Francisco river basin, with high spatial resolution images. Meteorological data and RapidEye satellite images were obtained (5 m resolution), corresponding to the days of June 26, 2013 and April 29, 2014. In 2013, daily average evapotranspiration (ET) of the whole scene was  $0.43 \pm 0.96$  mm and maximum value was 6.11 mm. In 2014, the average daily ET value was  $2.19 \text{ mm} \pm 2.01$  mm. According to previous studies, the Caatinga biome converts most of the available energy into sensible heat (H), while irrigated crops ET have high values. With high spatial resolution images without the thermal band, it was possible to obtain evapotranspiration in central pivot and plots of irrigated crops, assisting the rational use of water throughout the deficit period.*

*Index terms: SAFER, evapotranspiration, remote sensing.*

## **INTRODUÇÃO**

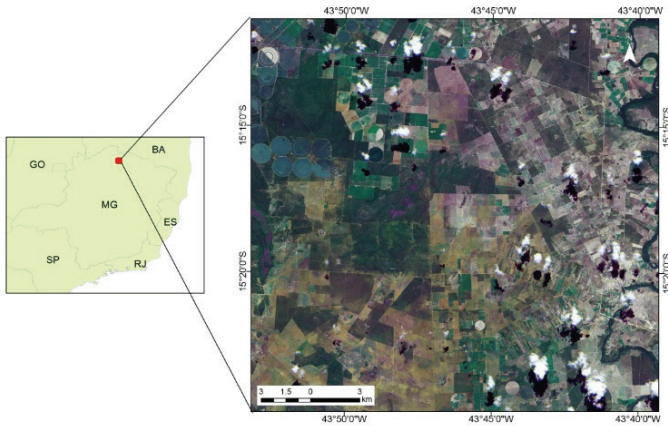
Em 2014, os irrigantes do Perímetro Irrigado de Jaíba enfrentaram prejuízos com a interrupção de novos plantios devido à escassez de água. O Perímetro Irrigado de Jaíba apresenta uma grande área com agricultura irrigada, localizada nos municípios de Jaíba, Matias Cardoso e Verdelândia, no Estado de Minas Gerais, na margem direita do Rio São Francisco. Jaíba é um polo de produção de frutas e está entre os maiores do país no suprimento de banana, manga, limão, tomate, entre outros. A implementação do perímetro irrigado visou aumentar a produção e a produtividade agrícola, aumentando as oportunidades de emprego e, consequentemente, promovendo o desenvolvimento regional.

O monitoramento dos parâmetros biofísicos em larga escala tem fundamental importância na tomada de decisão para o uso racional da água. Uma das grandes dificuldades desse monitoramento é a necessidade de algoritmos biofísicamente realísticos, mas que sejam simples para a sua operacionalização. O modelo agrometeorológico espectral Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving (SAFER) foi desenvolvido e validado com dados de experimentos de campo e imagens Landsat, envolvendo vegetação natural e culturas irrigadas nas condições semi-áridas brasileiras (TEIXEIRA, 2010). A vantagem da aplicação do modelo é a não obrigatoriedade de utilizar imagens de satélite com a banda termal, além da possibilidade de utilização de dados de estações agrometeorológicas (automáticas ou convencionais), possibilitando avaliar a série histórica de parâmetros como biomassa e evapotranspiração, em larga escala.

O objetivo deste estudo foi obter parâmetros biofísicos em área do Perímetro Irrigado de Jaíba, utilizando o modelo SAFER, sem utilizar a banda termal, visando aumento da resolução espacial e obter maior detalhamento da superfície, possibilitando monitoramento das áreas irrigadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho compreende parte do município de Jaíba, localizada no norte de Minas Gerais, pertencente à Bacia do Rio São Francisco (Figura 1). Para a realização deste estudo foram utilizados dados da estação meteorológica automática de Jaíba e duas imagens do satélite RapidEye (*tiles* 2332020) referente aos dias 26 de junho de 2013 e 29 de abril de 2014.



**Figura 1.** Localização da área de estudo.

A evapotranspiração foi obtida por meio do modelo agrometeorológico espectral Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) (TEIXEIRA, 2013). O SAFER envolve parâmetros obtidos por sensoria-mento remoto como albedo da superfície ( $\alpha_0$ ), a temperatura da super-fície ( $T_s$ ) e o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), assim como dados meteorológicos para cálculo da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ). Foram utilizados dados da estação de Jaíba, pertencente à rede de estações do norte de Minas Gerais, da Embrapa Milho e Sorgo.

A partir das imagens RapidEye, foi calculado o albedo da superfície ( $\alpha_0$ ):

$$\alpha P_{\text{band}} = \frac{L_{\text{band}} \pi d^2}{R_{\text{band}} = \cos \varphi} \quad (1)$$

Em que  $L_{band}$  é a radiação espectral para os comprimentos de onda de cada banda,  $d$  é distância relativa Terra-Sol;  $R_{aband}$  é a irradiância solar média no topo da atmosfera para cada banda ( $Wm^{-2}\mu m^{-1}$ ) e  $\sigma$  é o ângulo zenital solar.

As bandas 1 a 5 do RapidEye foram usadas para o cômputo de  $\alpha_p$ , sendo calculado como a média ponderada de  $\alpha_{pband}$  de acordo com o peso de cada banda ( $w_{band}$ ) (TEIXEIRA et al., 2014):

$$\alpha_p = \sum w_{band} \alpha_{pband} \quad (2)$$

A temperatura da superfície ( $T_s$ ) foi obtida por resíduo na equação do balanço de radiação (TEIXEIRA et al., 2014):

$$T_s = \sqrt[4]{\frac{R_G - \alpha_0 R_G + \epsilon_A \sigma T_a^4 - R_n}{\epsilon_s \sigma}} \quad (3)$$

Em que  $R_G$  e  $T_a$  são os valores diários da radiação solar global incidente e a temperatura média do ar, respectivamente, provenientes das estações meteorológicas, e  $R_n$  é o saldo de radiação diário.

O algoritmo SAFER foi usado para modelagem dos valores instantâneos da razão da ET para a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), a qual multiplicada pelos valores diários da  $ET_0$  da estação meteorológica fornece a evapotranspiração (ET) em larga escala.

$$\frac{ET}{ET_0} = \left[ \exp \left( g + h \left( \frac{T_0}{\alpha_0 NDVI} \right) \right) \right] \quad (4)$$

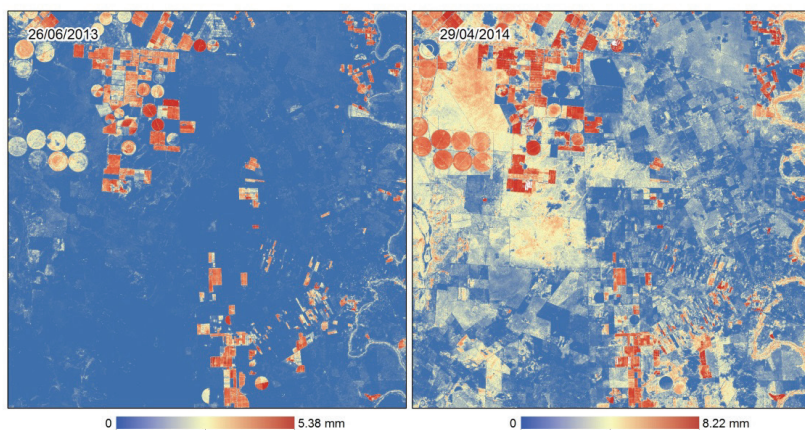
Em que  $ET_0$  é calculada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e  $g$  e  $h$  são os coeficientes de regressão (Teixeira et al., 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração média diária de toda a cena de 2013 foi 0,43 mm  $\pm$  0,96 mm, e seu valor máximo foi de 6,11 mm. Na imagem de 2014, os

valores máximos de ET alcançaram 8,22 mm e valores médios diários foram de  $2,19 \text{ mm} \pm 2,01 \text{ mm}$ . Em 2014, devido à maior demanda evaporativa da atmosfera, a ET alcançou valores superiores aos observados na cena de 2013. Isso pode ser devido à ocorrência do fenômeno El Niño que acarretou diminuição na precipitação na região. Analisando os dados meteorológicos da estação de Jaíba, observa-se que precipitação ficou abaixo da normal climatológica (64 mm), não sendo registrada ocorrência de chuvas na região. Em 2014, os irrigantes dessa região enfrentaram prejuízos com a interrupção de novos plantios nas áreas irrigadas, devido à escassez de água.

Nas áreas de vegetação natural (Caatinga), foram observados os menores valores de ET contrastando com as áreas irrigadas, com ET superiores a 5 mm (Figura 2). Isso se deve ao fato de que a energia disponível no sistema é utilizada para aquecimento do ar, enquanto que nas áreas irrigadas essa energia é dispendida para o processo evapotranspiratório. Durante a época seca, a Caatinga converte a maior parte da energia disponível em calor sensível (H), enquanto as culturas irrigadas apresentam altos valores de ET (TEIXEIRA et al., 2008).



**Figura 2.** Distribuição espacial dos valores de ET obtidos por meio do modelo SAFER, utilizando imagens RapidEye, em Jaíba.

## CONCLUSÕES

Com a utilização de imagens de alta resolução espacial do sensor RapidEye foi possível determinar a evapotranspiração em áreas extensas com irrigação e vegetação natural, com a vantagem de não ser necessário utilizar a banda termal.

O modelo agrometeorológico foi sensível às variações das condições hídricas.

Recomenda-se analisar uma série temporal de imagens de satélite juntamente com dados meteorológicos históricos, para contribuir para o gerenciamento culturas irrigadas, principalmente em períodos de déficit hídrico.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56)

TEIXEIRA, A. H. de C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated crops and natural vegetation in the São Francisco River Basin (Brazil) using remote sensing and Penman-Monteith Equation. **Remote Sensing**, v. 2, p. 1287-1319, 2010.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; AHMAD, M. D.; MOURA, M. S. B.; BOS, M. G. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 362, p. 110-127, 2008.

TEIXEIRA, A. H. de C.; HERNANDEZ, F. B. T.; ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; BOLFE, E. L. Energy balance with Landsat images in irrigated central pivots with corn crop in the São Paulo State, Brazil. **Proceedings of SPIE - International Society for Optical Engineering**, v. 9239, p. 923900-1-923900-10, 2014.

TEIXEIRA, A. H. de C.; SCHERER-WARREN, M.; HERNANDEZ, F.B.T.; ANDRADE, R.G.; LEIVAS, J.F. large-scale water productivity assessments with MODIS images in a changing semi-arid environment: a brazilian case study. **Remote sensing**, v. 5, p. 5783-5804, 2013.